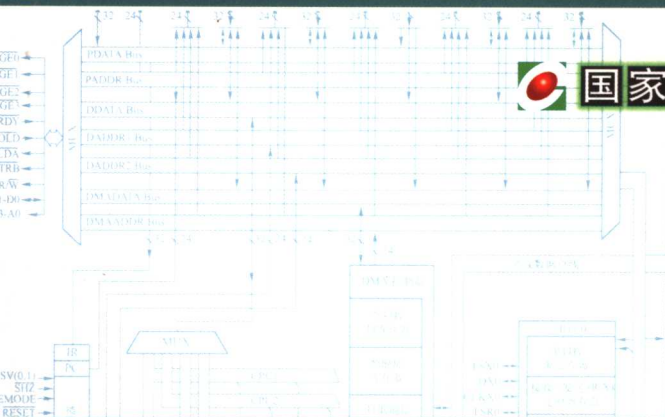
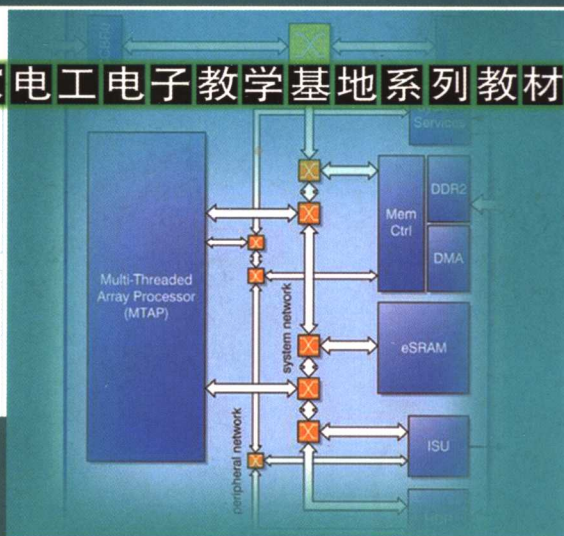




国家电工电子教学基地系列教材



实时DSP技术及 浮点处理器的应用

◎ 杜普选 马庆龙 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



国家电工电子教学基地系列教材

实时 DSP 技术及 浮点处理器的应用

杜普选 马庆龙 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书主要介绍实时 DSP 技术及其基本概念,重点讨论了 TI 公司的常用浮点处理器 TMS320VC33,并且介绍了相关的外围电路及其设计示例。同时详细讨论了 TMS320C3x 的汇编语言程序设计、数据格式、寻址方式、COFF 结构和 DSP 芯片特殊功能的编程。根据实际应用讨论了常用算法,包括 FIR 数字滤波、IIR 数字滤波、FFT、IFFT、窗函数及频谱分析中常用的抗混叠技术、频谱细化技术(ZFFT)。最后介绍了基于 TMS320VC33 的浮点实验系统及其功能,详尽地介绍了 9 个样本实验,并提供了实验的例程。为了使初学者能够入门,还介绍了集成开发环境 CC。同时为实际应用介绍了脱机运行的具体实现方法。

本书可作为高等学校工科电类专业硕士研究生、高年级本科生学习 DSP 技术的教材,也可以作为相关开发研究人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

实时 DSP 技术及浮点处理器的应用/杜普选,马庆龙编著. —北京:清华大学出版社;
北京交通大学出版社, 2007.1

(国家电工电子教学基地系列教材)

ISBN 978-7-81082-841-3

I. 实… II. ①杜… ②马… III. 数字信号-信号处理-高等学校-教材
IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 083952 号

责任编辑:韩 乐 特邀编辑:齐立心

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:20.75 字数:465 千字

版 次:2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81082-841-3/TN·48

印 数:1~4000 册 定价:29.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

国家电工电子教学基地系列教材 编审委员会成员名单

主 任 谈振辉

副主任 张思东 赵乐沅 孙雨耕

委 员 (以姓氏笔画为序)

王化深	卢先河	刘京南	朱定华	沈嗣昌
严国萍	杜普选	李金平	李哲英	张有根
张传生	张晓冬	陈后金	邹家騄	郑光信
屈 波	侯建军	贾怀义	徐国治	徐佩霞
廖桂生	薛 质			

总 序

当今信息科学技术日新月异,以通信技术为代表的电子信息类专业知识更新尤为迅猛。培养具有国际竞争能力的高水平的信息技术人才,促进我国信息产业发展和国家信息化水平的提高,都对电子信息类专业创新人才的培养、课程体系的改革、课程内容的更新提出了富有时代特色的要求。近年来,国家电工电子教学基地对电子信息类专业的技术基础课程群进行了改革与实践,探索了各课程的认知规律,确定了科学的教育思想,理顺了课程体系,更新了课程内容,融合了现代教学方法,取得了良好的效果。为总结和推广这些改革成果,在借鉴国内外同类有影响教材的基础上,决定出版一套以电子信息类专业的技术基础课程为基础的“国家电工电子教学基地系列教材”。

本系列教材具有以下特色:

- 在教育思想上,符合学生的认知规律,使教材不仅是教学内容的载体,也是思维方法和认知过程的载体。
- 在体系上,建立了较完整的课程体系,突出了各课程内在联系及课群内各课程的相互关系,体现微观与宏观、局部与整体的辩证统一。
- 在内容上,体现现代与经典、数字与模拟、软件与硬件的辩证关系,反映当今信息科学与技术的新概念和新理论,内容阐述深入浅出,详略得当。增加工程性习题、设计性习题和综合性习题,培养学生分析问题和解决问题的素质与能力。
- 在辅助工具上,注重计算机软件工具的运用,使学生从单纯的习题计算转移到基本概念、基本原理和基本方法的理解和应用,提高了学习效率和效果。

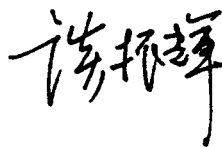
本系列教材包括:

《基础电路分析》、《现代电路分析》、《电路分析学习指导及习题精解》、《模拟集成电路基础》、《信号与系统》、《信号与系统学习指导及习题精解》、《模拟电子技术》、《模拟电子技术学习指导与习题精解》、《电子测量技术》、《微机原理与接口技术》、《电路基础实验》、《电子电路实验及仿真》、《数字实验一体化教程》、《数字信息处理综合设计实验》、《电路基本理论》、《现代

电子线路》(含上、下册)、《电工技术》、《实时 DSP 技术及浮点处理器的应用》。

本系列教材的编写和出版得到了教育部高等教育司的指导、北京交通大学教务处及电子与信息工程学院的支持,在教育思想、课程体系、教学内容、教学方法等方面获得了国内同行们的帮助,在此表示衷心的感谢。

北京交通大学
“国家电工电子教学基地系列教材”
编审委员会主任

A handwritten signature in black ink, appearing to read '谈振' (Tan Zhen), written in a cursive style.

2006 年 12 月

前 言

本书是根据电类专业本科生、硕士研究生培养目标中对应用技术实践环节的要求,编写的一本关于数字信号处理(DSP)技术和浮点处理器的应用教程。作者从事浮点处理器的开发已有10年之久,总是找不到一本专门介绍浮点处理器的书,各种资料零零散散,给开发带来了很大的困难。因此很早就产生了写一本有关浮点处理器的书的念头。2004年写出了讲义第一稿,之后根据使用情况作了两次修订,先后写出了讲义第二和第三稿。

全书概述了DSP系统的基本概念,重点讨论了TI公司应用最多的浮点处理器TMS320VC33及外围电路设计,详细地介绍了TMS320C3x DSP的汇编语言、COFF结构和DSP芯片特殊功能的编程,介绍了TMS320VC33对应的仿真软件CC(Code Composer)的使用,根据实际应用详细讨论了常用算法,比如FIR数字滤波(数字卷积)、IIR数字滤波、FFT、IFFT、窗函数算法等,以及频谱分析中常用的抗混叠技术、频谱细化技术(ZFFT),并以较大篇幅介绍了DSP的浮点实验系统及可能提供的各种实验和详细的要求,还提供了实验的例程。书中许多实例来源于工程具体应用。

全书共分10章。

第1章DSP概述。内容包括了DSP系统的概念、构成、特点、DSP芯片及其发展、分类、应用领域。

第2章TMS320VC33浮点DSP处理器。内容包括了芯片的特点、存储器组织及引导方式、复位、中断、陷阱向量的地址、数据格式。

第3章TMS320C3x的数据格式与浮点运算。数据格式包括整型数格式、浮点数格式、数据格式转换,以及浮点运算。

第4章TMS320C3x寻址系统。介绍了7种寻址类型和5种寻址方式。内容包括了寄存器寻址、直接寻址、间接寻址、立即数寻址、PC相对寻址、循环寻址、位翻转寻址,5组寻址方式即普通寻址、三操作数寻址、并行寻址、长立即寻址、条件转移寻址。

第5章TMS320C3x汇编语言及程序设计。内容包括TMS320C3x汇编语言、COFF格式、汇编伪指令,指令集解释、CPU初始化、串行通信程序设计、中断服务程序、延迟转移、循环寻址等程序设计。

第6章TMS320VC33的脱机运行。

第7章Code Composer集成开发环境的使用。内容包括CC的功能与安装设置、集成开发环境主界面、菜单、工具栏,使用CC设计DSP应用程序、程序设计与调试示例、常见错误。

第8章典型的DSP算法的实现。内容包括FIR滤波器、IIR滤波器、FFT及IFFT、窗函数、抗混叠技术、频谱细化技术ZFFT。

第9章基于 TMS320VC33 的浮点 DSP 实验系统。内容包括系统简介、外围器件 (AD9831、MAX125、TLV2544、DAC813、双口 RAM、FLASH 等)、硬件资源分配等。

第10章实验。内容包括9个实验及相关的内容和实验指导。

本书第1、2、3、4、5、8章由杜普选编写,第6、7、9、10章由马庆龙编写。杜普选负责全书的组织、修改和定稿。感谢闻跃、养雪琴老师出色地完成了实验系统设计、硬件实现,感谢陈满堂、徐晓飞、陈丽莉、崔欣、苏娟、刘文才、司昱、孙文勇、庄娜、王忠琴等同学在资料整理、录入、排版、实验验证等方面给予的帮助和付出的辛勤劳动。本书的出版得到了北京交通大学教材出版基金的资助。

本书本着易于领会、由浅入深的原则,并凭借自身独特的经验,列举了丰富的示例。本书特点:提供了众多的设计技巧、丰富的例子、介绍主流 DSP 制造商 TI 的器件,提供了一种 DSP 自学方式。DSP 技术人员是国际上急缺的人才,而熟练掌握 DSP 技术是有一定难度的。作者从自身多年的 DSP 设计开发经验出发,总结出许多开发经验。本书既适合于本科生、研究生作为教材,也适用于自学,满足读者系统学习 DSP 及浮点处理器的应用之需。

本书经过多次教学实践,三易其稿,不断地充实内容,修订错误,形成了目前的书稿。由于编者水平所限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目 录

第 1 章 DSP 概述	1
1.1 引言	1
1.2 DSP 系统	2
1.2.1 DSP 系统构成	2
1.2.2 DSP 系统的特点	3
1.2.3 DSP 系统的设计过程	3
1.3 可编程 DSP 芯片	4
1.3.1 什么是 DSP 芯片	4
1.3.2 DSP 芯片的基本结构	5
1.3.3 DSP 芯片的发展	8
1.3.4 DSP 芯片的分类	11
1.3.5 DSP 芯片的运算速度和 DSP 应用系统的运算量	11
1.3.6 DSP 芯片的选择	14
1.3.7 浮点 DSP 的特点	19
1.3.8 DSP 的系统设计、监控和仿真调试	21
第 2 章 TMS320VC33 浮点 DSP 处理器	29
2.1 TMS320VC33 概述	29
2.2 TMS320VC33 引脚描述	30
2.3 CPU 寄存器管理	33
2.3.1 扩展精度寄存器(R7—R0)	34
2.3.2 辅助寄存器(AR7—AR0)	34
2.3.3 数据页指针(DP)	34
2.3.4 索引寄存器(IR0, IR1)	35
2.3.5 块大小寄存器(BK)	35
2.3.6 系统堆栈指针(SP)	35
2.3.7 状态寄存器(ST)	35
2.3.8 CPU/DMA 中断使能寄存器(IE)	36
2.3.9 CPU 中断标志寄存器(IF)	37
2.3.10 I/O 标志寄存器(IOF)	38
2.3.11 重复计数器(RC)和块重复寄存器(RS, RE)	38
2.3.12 其他寄存器	39

2.4 存储器管理	39
2.4.1 存储器	39
2.4.2 存储器映射	39
2.4.3 外围总线的存储器映射	40
2.4.4 复位/中断/陷阱向量映射	41
2.4.5 指令缓存	42
2.5 总线管理	43
2.5.1 主总线接口信号	43
2.5.2 主总线接口控制寄存器	44
2.5.3 可编程的等待状态	45
2.6 中断管理	46
2.6.1 TMS320VC33 中断向量表	46
2.6.2 中断优先级	48
2.6.3 CPU 中断控制位	48
2.6.4 中断标志寄存器(IF)描述	48
2.6.5 中断处理过程	49
2.6.6 CPU 中断响应时间	50
2.6.7 外部中断	51
2.7 片内外设	52
2.7.1 定时器	52
2.7.2 同步串行通信口	61
2.7.3 DMA 控制器	78
2.8 其他浮点 DSP 处理器	83
2.8.1 TMS320C32	83
2.8.2 TMS320C67xx	86
第 3 章 TMS320C3x 的数据格式与浮点运算	89
3.1 数据格式	89
3.1.1 整型格式	89
3.1.2 IEEE 浮点数格式	90
3.1.3 TMS320C3x 浮点数格式	91
3.2 数据格式转换	94
3.2.1 整型数和浮点数格式的转换	94
3.2.2 IEEE 浮点格式与 TMS320 浮点格式的转换	95
3.3 浮点运算	99
3.3.1 浮点加减法	99
3.3.2 浮点乘法	100

3.3.3 浮点除法	100
3.4 非线性浮点运算的快速实现	101
第4章 TMS320C3x 寻址系统	104
4.1 七类寻址类型	104
4.1.1 寄存器寻址	104
4.1.2 直接寻址	104
4.1.3 立即数寻址	104
4.1.4 PC 相对寻址	105
4.1.5 循环寻址	105
4.1.6 间接寻址	107
4.1.7 位翻转寻址	108
4.2 五组寻址方式	109
4.2.1 普通寻址方式	109
4.2.2 三操作数寻址方式	109
4.2.3 并行寻址方式	110
4.2.4 长立即寻址方式	110
4.2.5 条件转移寻址方式	111
4.3 系统堆栈和用户堆栈管理	111
4.3.1 用户堆栈	111
4.3.2 队列和双向队列	112
第5章 TMS320C3x 汇编语言及程序设计	114
5.1 汇编语言例子	114
5.2 TMS320C3x 汇编语言描述及命令文件	116
5.2.1 汇编语言源程序格式	116
5.2.2 命令(CMD)文件	116
5.2.3 汇编器	118
5.2.4 链接器	119
5.3 COFF 格式	119
5.3.1 COFF 的一般概念	119
5.3.2 汇编器对段的处理	120
5.3.3 链接器对段的处理	121
5.4 汇编伪指令	123
5.5 汇编指令解释	125
5.5.1 TMS320C3x 指令集	125
5.5.2 条件码和条件标记	128
5.5.3 指令集解释及程序设计	130

5.6 初始化程序设计	147
5.6.1 DP,SP,ST 寄存器和主总线初始化	147
5.6.2 定时中断初始化	147
5.7 串行通信程序设计	148
5.8 中断服务程序设计	156
5.8.1 软件堆栈	156
5.8.2 中断服务程序设计	156
第 6 章 TMS320VC33 的脱机运行	159
6.1 概述	159
6.2 TMS320VC33 Boot Loader	159
6.2.1 脱机运行方式的启动	159
6.2.2 程序装入方式的选择	159
6.2.3 引导程序 Boot Loader 的工作流程	160
6.2.4 引导数据结构	163
6.2.5 脱机运行方式的中断与陷阱向量映射	164
6.2.6 Boot Loader 使用的注意事项	165
6.3 HEX 格式转换工具	165
第 7 章 Code Composer 集成开发环境的使用	167
7.1 CC 的基本功能与安装设置	167
7.1.1 概述	167
7.1.2 CC 软件的安装	169
7.1.3 CC 软件设置	170
7.2 CC 集成开发环境	170
7.2.1 主界面	171
7.2.2 菜单	172
7.2.3 工具栏	178
7.3 使用 CC 设计 DSP 应用程序	180
7.3.1 一个简单 DSP 程序的设计与调试	181
7.3.2 一个从文件中读取数据的 DSP 程序的设计与调试	190
第 8 章 典型的 DSP 算法的实现	200
8.1 FIR 滤波	200
8.2 IIR 滤波	201
8.3 快速傅里叶变换(FFT)及逆变换(IFFT)	208
8.3.1 离散傅里叶变换的概念	208
8.3.2 改善 DFT 运算效率的基本途径	209

8.3.3	FFT 算法与直接算法运算量的比较	210
8.3.4	基 2 时间抽取 FFT 算法流程图	210
8.3.5	基 2 频率抽取 FFT 算法	211
8.3.6	复数基 2 FFT 的程序	213
8.3.7	复数基 2 实用 FFT、IFFT 子程序	216
8.3.8	MATLAB 的 DSP 函数	222
8.3.9	FSK 信号的时域波形和频谱结构	222
8.4	频谱分析中相关的算法	224
8.4.1	混叠	224
8.4.2	时域截断	224
8.4.3	泄漏	224
8.4.4	栅栏效应	224
8.4.5	窗函数	225
8.4.6	抗混叠技术	230
8.4.7	频域抽取 ZFFT	234
第 9 章	基于 TMS320VC33 的浮点 DSP 实验系统	238
9.1	实验系统简介	238
9.2	主要硬件原理	239
9.2.1	系统存储器电路	239
9.2.2	DDS 信号发生电路	242
9.2.3	A/D 采样转换电路	248
9.2.4	D/A 转换电路	256
9.2.5	RS-232、USB 通信电路	257
9.2.6	CPLD 逻辑控制电路	258
9.3	硬件资源分配	258
9.4	系统功能介绍	261
9.4.1	发送各种信号	261
9.4.2	通信功能	261
9.4.3	信号的实时分析	261
9.5	典型示例	262
第 10 章	实验	263
10.1	实验注意事项	263
10.2	实验一——实验系统的硬件连接、程序仿真和简单的 LED 控制	263
10.3	实验二——采样及循环取数程序设计	267
10.4	实验三——卷积运算和 FIR 数字滤波器的设计与实现	277
10.5	实验四——DDS 的使用和信号发生	286

10.6	实验五——FFT 的实现与使用	295
10.7	选做实验一——串行 A/D 的使用	308
10.8	选做实验二——利用 D/A 实现信号产生与发送	309
10.9	选做实验三——功率谱排序及 ZFFT	310
10.10	选做实验四——脱机运行	310
附录 A	TMS320VC33 浮点实验系统电路原理图	312
参考文献		315

第 1 章 DSP 概述

1.1 引言

数字信号处理(Digital Signal Processing,简称 DSP)是一门涉及许多学科而又广泛应用于许多领域的新兴学科。20 世纪 60 年代以来,随着计算机和信息技术的飞速发展,数字信号处理技术应运而生并得到迅速的发展。近十几年,数字信号处理已经在通信等领域得到极为广泛的应用。

数字信号处理是利用计算机或专用处理设备,以数字形式对信号进行采集、变换、滤波、估值、增强、压缩、识别等处理,以得到符合人们需要的信号形式。

数字信号处理是围绕着数字信号处理的理论、实现和应用等几个方面而发展起来的。数字信号处理在理论上的发展推动了数字信号处理应用的发展。反过来,数字信号处理的应用又促进了数字信号处理理论的提高。而数字信号处理的实现则是理论和应用之间的桥梁。

数字信号处理是以众多学科为理论基础的,它所涉及的范围极其广泛。例如,在数学领域,微积分、概率统计、随机过程、数值分析等都是数字信号处理的基本工具,与网络理论、信号与系统、控制论、通信理论、故障诊断等也密切相关。近来新兴的一些学科,如人工智能、模式识别、神经网络等,都与数字信号处理密不可分。可以说,数字信号处理是把许多经典的理论体系作为自己的理论基础,同时又使自己成为一系列新兴学科的理论基础。

自从 DSP 芯片诞生以来,DSP 芯片得到了飞速的发展。DSP 芯片的高速发展,一方面得益于集成电路的发展,另一方面也得益于巨大的市场。在短短的十多年时间,DSP 芯片已经在信号处理、通信、雷达等许多领域得到广泛的应用。目前,DSP 芯片的价格也越来越低,性能价格比日益提高,具有巨大的应用潜力。DSP 芯片的应用主要有以下几个领域。

(1) 信号处理:数字滤波、自适应滤波、快速傅里叶变换、相关运算、频谱分析、卷积等。

(2) 通信:调制解调器、自适应均衡、数据加密、数据压缩、回波抵消、多路复用、传真、扩频通信、纠错编码、波形产生等。

(3) 语音:语音编码、语音合成、语音识别、语音增强、说话人辨认、说话人确认、语音邮件、语音储存等。

(4) 图像/图形:如二维和三维图形处理、图像压缩与传输、图像增强、动画、机器人视觉等。

(5) 军事:如保密通信、雷达处理、声纳处理、导航等。

(6) 仪器仪表:如频谱分析、函数发生、锁相环、地震处理等。

(7) 自动控制:如引擎控制、声控、自动驾驶、机器人控制、磁盘控制。

(8) 医疗:如助听、超声设备、诊断工具、病人监护等。

(9) 家用电器:如高保真音响、音乐合成、音调控制、玩具与游戏、数字电话/电视等。

DSP 属于嵌入式处理器。嵌入式处理器就是嵌入到应用对象系统中的专用处理器。嵌入式处理器大体可分为以下几类。

1) 嵌入式微处理器

嵌入式微处理器可谓是通用计算机中 CPU 的微缩版。相对于通用 CPU,嵌入式微处理器具有体积小、功耗少、成本低的优点。嵌入式微处理器在软件配置上可以运行嵌入式操作系统,应用于比较高档的领域。典型的如 32 位的 ARM 核、64 位的 MIPS。

2) 嵌入式微控制器

嵌入式微控制器的最大特点是单片化,常称为单片机。顾名思义,单片机就是将众多的外围设备(简称外设,如 A/D、I/O 等)集成到一块芯片中,从而大幅度降低了成本。单片机非常适合控制领域,典型的如众所周知的 51 系列。

3) 专用微处理器

相对于上述比较通用的类型,专用微处理器是专门针对某一特定领域的微处理器。如昂贵的视频游戏机微处理器等。DSP 本质上也属于专用微处理器。

在一些特殊的场合,要求的信号处理速度极高,用通用 DSP 芯片很难实现,例如专用于 FFT、数字滤波、卷积、相关等算法的 DSP 芯片,这种芯片将相应的信号处理算法在芯片内部用硬件实现,无需进行编程。

1.2 DSP 系统

1.2.1 DSP 系统构成

图 1-1 所示为一个典型的 DSP 系统。图中的输入信号可以有各种各样的形式。例如,它可以是麦克风输出的语音信号或是由电话线来的已调数据信号,也可以是编码后在数字链路上传输或存储在计算机里的图像信号等。

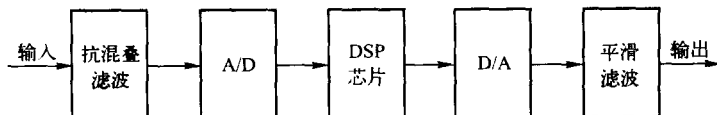


图 1-1 典型的 DSP 系统

输入信号首先进行带限滤波和抽样,然后进行 A/D(Analog to Digital)变换将信号变换成数字比特流。根据奈奎斯特抽样定理,为保证信息不丢失,抽样频率必须至少是输入带限信

号最高频率的两倍。

DSP 芯片的输入是由 A/D 变换后得到的以抽样形式表示的数字信号,DSP 芯片对输入的数字信号进行某种形式的处理,如进行一系列的乘、累加操作(MAC)等。数字处理是 DSP 的关键,这与其他系统(如电话交换系统)有很大的不同,在交换系统中,处理器的作用是进行路由选择,它并不对输入数据进行修改。因此虽然两者都是实时系统,但两者的实时约束条件却有很大的不同。最后,经过处理后的数字样值再经 D/A(Digital to Analog)变换转换为模拟样值,之后再进行内插和平滑滤波就可得到连续的模拟波形。

必须指出的是,上面给出的 DSP 系统模型是一个典型模型,但并不是所有的 DSP 系统都必须具有模型中的所有部件。如语音识别系统在输出端并不是连续的波形,而是识别结果,如数字、文字等;有些输入信号本身就是数字信号(如 CD, Compact Disk),因此就不必进行模数变换了。

1.2.2 DSP 系统的特点

数字信号处理系统是以数字信号处理为基础的,因此具有数字处理的全部优点:

(1) 接口方便 DSP 系统与其他以现代数字技术为基础的系统或设备都是相互兼容的,与这样的系统接口实现某种功能要比模拟系统与这些系统接口要容易得多;

(2) 编程方便 DSP 系统中的可编程 DSP 芯片可使设计人员在开发过程中灵活方便地对软件进行修改和升级;

(3) 稳定性好 DSP 系统以数字处理为基础,受环境温度及噪声的影响较小,可靠性高;

(4) 精度高 16 位数字系统可以达到 10^{-5} 的精度,32 位数字系统可达到 2×10^{-10} 的精度;

(5) 可重复性好 模拟系统的性能受元器件参数性能影响较大,而数字系统基本不受影响,因此数字系统便于测试、调试和大规模生产;

(6) 集成方便 DSP 系统中的数字部件有高度的规范性,便于大规模集成。

当然,数字信号处理也存在一定的缺点。例如,对于简单的信号处理任务,如与模拟交换线的电话接口,若采用 DSP 就会使成本增加。DSP 系统中的高速时钟可能带来高频干扰和电磁泄漏等问题,而且 DSP 系统消耗的功率也较大。此外,DSP 技术更新的速度快,数学知识要求多,开发和调试工具还不尽完善。

1.2.3 DSP 系统的设计过程

总的来说,DSP 系统的设计还没有非常好的正规设计方法。在设计 DSP 系统之前,首先必须根据应用系统的目标确定系统的性能指标、信号处理的要求,通常可用数据流程图、数学运算序列、正式的符号或自然语言来描述。

其次是根据系统的要求进行高级语言的模拟或 MATLAB 模拟。一般来说,为了实现系统的最终目标,需要对输入的信号进行适当的处理,而处理方法的不同会导致不同的系统性